CARLOS W. THOMASSET
ASESOR TECNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

CONSIDERACIONES SOBRE LA QUEMA DE LEÑA EN CALDERAS

Hemos de referirnos a la quema de rollos y astillas de eucaliptos en distintos tipos de hogar.

La madera de eucaliptos está compuesta fundamentalmente por : Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O), Agua (H^2O) y otros elementos de insignificante valor (nitrógeno (N), cenizas (Calcio, Sodio, Sílice, etc.).

Los elementos que nos aportan el calor en la combustión con el oxígeno del aire son el Carbono y el Hidrógeno.

El Fuel Oíl, si bien no contiene la cantidad de agua en forma de humedad que puede contener la madera (leña), contiene algo de Azufre (S) y menos cantidad de ceniza, **el Carbono y el Hidrógeno son también los elementos que nos aportan el calor de combustión.** El Azufre algo colabora con el aporte de calor, aunque el Azufre es un elemento indeseable y que en muchos países es eliminado del F. Oíl.

Para el Foguista la conducción de los fuegos en la quema de la madera y del F. Oíl tiene un comportamiento distinto.

Hagamos el análisis de ambos casos:

Exceso de Aire	**Combustión**	**F. Oíl**	**Leña**
Hay excesivo....	**Mala.....**	**Humo blanco.....**	**No hay humo**
Hay exceso	**Buena.....**	**No hay humo.....**	**No hay humo**
Hay exceso.....	**Mala.....**	**Humos.....**	**No hay humo**
Sin exceso.....	**Mala.....**	**Humos .....**	**No hay humo**
Falta aire.....	**Mala.....**	**Humo negro.....**	**Muy poco humo.**

Como se ha visto en el cuadro anterior, quemando F. Oíl cuando hay mala combustión hasta las personas no relacionadas con la caldera se dan cuenta .

En el caso de la quema de la madera el problema reside en que una mala combustión solo es posible detectarla con la medición de los gases de la chimenea, pero este análisis debe ser completo.

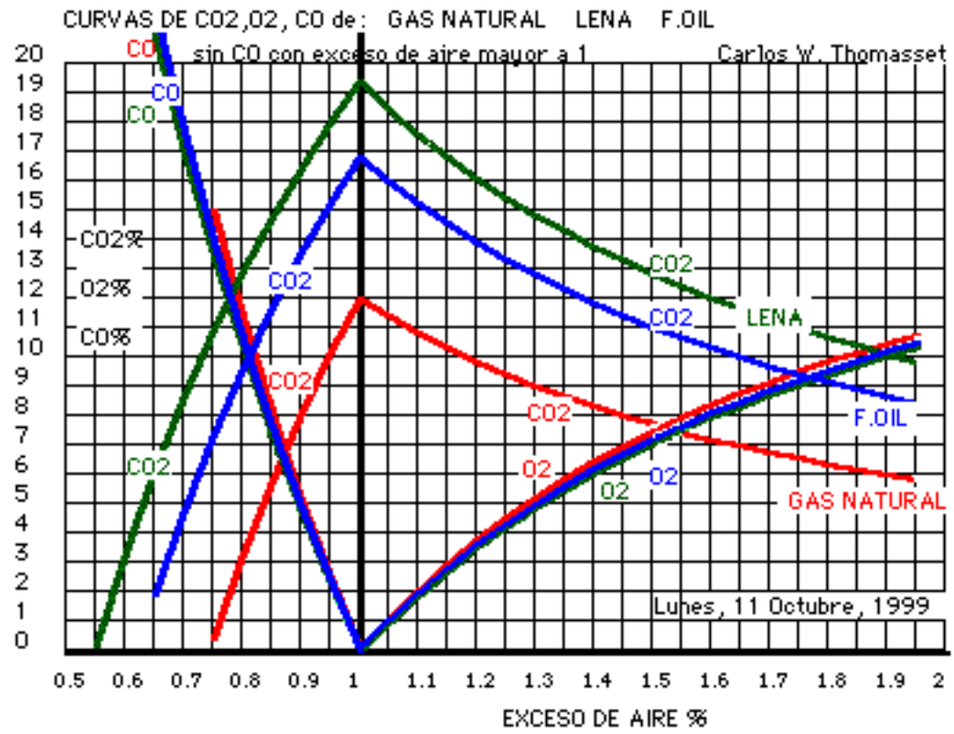
En la quema de F. Oíl el combustible no quemado normalmente se van por la chimenea en forma de hollín (Humo negro) o gotitas de combustible (humo blanco), **en muy pocos casos se forma de Monóxido de carbono (CO) _Carbono (C) que unido al Oxígeno (O) debería formar Bióxido de Carbono (CO^2) y no llega formarse o por descomposición posterior del (CO^2), formando un compuesto intermedio: Monóxido de Carbono (CO), gas inodoro e incoloro, de características tóxicas, que sale por los gases de la chimenea llevándose gran parte de la energía que contenía el Carbono_**

En la quema de leña el **combustible no quemado** que sale por la chimenea **normalmente no es posible verlo**, ya que hollín prácticamente no se forma, pero si **sale en forma de Monóxido de Carbono (CO)** y en algunos otros compuestos volátiles a la temperatura de los gases de chimenea (muy variados, entre ellos alquitranes).

El análisis de gases de los elementos más importantes en chimenea son: **el Bióxido de Carbono (CO^2), el Oxígeno (O^2) y el Monóxido de Carbono (CO) . Estos gases guardan entre sí una relación fija para cada condición de combustión de cada combustible en combustión en la atmósfera terrestre .**

Para poder observar esta relación en cualquiera de las condiciones de combustión (Exceso de Aire, Aire mínimo necesario, Falta de Aire),es necesario trazar un diagrama o triángulo de OSTWALD.

CARLOS W. THOMASSET
ASESOR TECNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY



Con el F. Oíl podemos trabajar sin el diagrama de OSTWALD para observar el Exceso de Aire si es el correcto, ya que no se forma normalmente Monóxido de Carbono (CO), bastaría medir el Bióxido de Carbono (CO^2) ó el Oxígeno (O^2) para con un cálculo o tabla simple encontrar el exceso de aire, ya que para saber si hay mala combustión es suficiente la observación de la chimenea. Es decir que cada vez que medimos observamos la chimenea (No deberá haber humos).

En la leña (también en los gases) esto no es así, debemos de medir los tres elementos antes nombrados, siendo de vital importancia la medición del Monóxido de Carbono (CO) para saber si hay buena o mala combustión y la medición del Bióxido de Carbono (CO^2) ó el Oxígeno (O^2), con estos tres elementos y un diagrama de OSTWALD, podemos comprobar la corrección de la medición y ver con claridad el problema de la combustión y el exceso de aire en ese punto.

PERDIDA PROVOCADA POR EL MONOXIDO DE CARBONO (CO)

Veamos que parte se lleva del calor el Monóxido de Carbono (CO) cuando se nos van por la chimenea .Quemando 1 Kg.. de Carbono obtenemos:

1 Kg.. de C + 2,666 Kg.. O^2 producen 7.833 Cal. /Kg..

1 Kg.. de C + 1,333 Kg.. O^2 producen 2200 Cal./Kg..

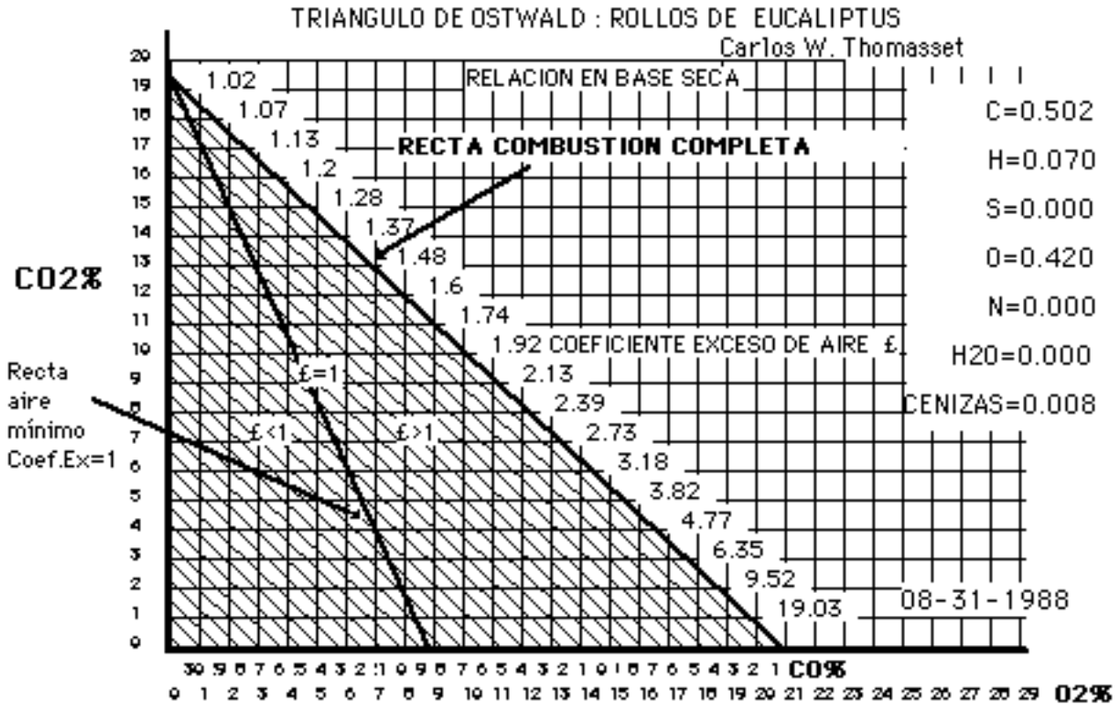
Pérdida de calor por cada Kg.. de Carbono que no llegue a completar su combustión 5.633 Cal./Kg..

Datos tomados del Babcock&Wilcox-Steam

Como se ve, por cada kg.. de carbono que no llegue a la combustión completa, **se pierde el 72% de su poder calorífico.**

El la combustión de leña, por cada 1% de Monóxido de Carbono (CO) medido en los gases de chimenea (base seca) la pérdida del combustible es del orden del 7% Aprox..

CARLOS W. THOMASSET
ASESOR TECNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY



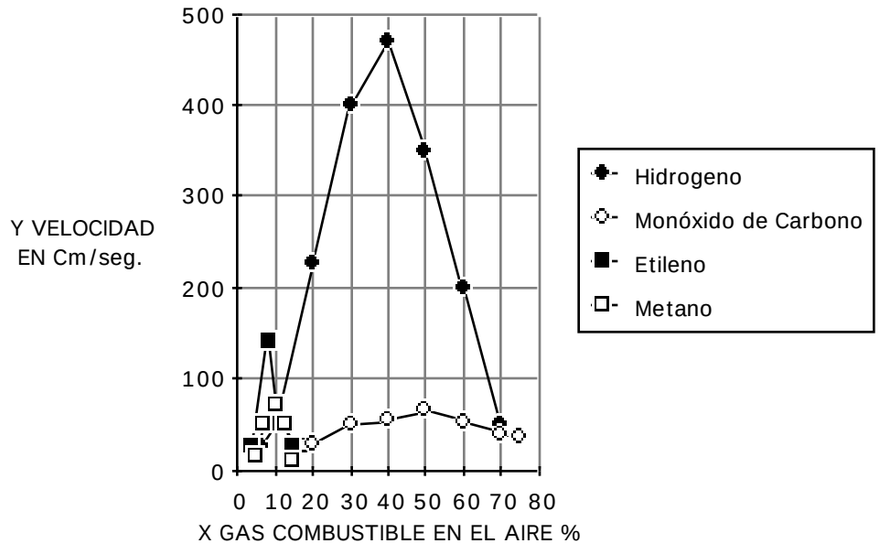
Lo agravante de esta situación no es solo la pérdida de combustible, si no también el efecto aparente de "achicar" la caldera . La caldera pierde capacidad de producción de vapor y en muchos casos se "achica" no alcanzando para los consumos normales . Generalmente cuando esto ocurre, el foguista comete el error de poner más combustible en el hogar, aumentando la pérdida real y aumentando la generación a " prepo".

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA PRODUCCIÓN DE CO

El CO en un elemento intermedio en la combustión del carbono y se produce normalmente en cualquiera de los métodos de combustión utilizados, en la quema "Directa" se produce en el mismo lecho y su combustión se produce en lecho (en el lecho mismo) ó en la parte superior del lecho (en forma de llama con otros volátiles), dependiendo el largo de la llama de las condiciones de combustión .

En el caso de los "Gasógenos', el Monóxido de Carbono (CO) **es el principal gas combustible generado en el "gasógeno" y que luego debe ser quemado en el hogar de la caldera**, dependiendo su combustión completa también de una serie de factores a tener en consideración .

Siendo el Monóxido de Carbono (CO) un gas de alto poder calorífico (el cual no debe ser desperdiciado en la chimenea), pero cuya características de combustión lo hacen difícil de quemar (comparado con otros gases), tiene baja velocidad de propagación de llama (necesita un gran hogar) y necesita una alta temperatura para su combustión total (una vez que se enfría se apaga).



Cada caso debe de ser tratado individualmente, pero daremos un vistazo a los sistemas en forma general:

Quema "Directa", en este sistema es más difícil detectar pérdidas por Monóxido estando la caldera en parámetros normales, su presencia aparece cuando se trabaja con exceso de carga de leña en el hogar, con leñas con un gran % de humedad (a más húmeda la leña mayor el exceso de aire necesario), a grillas tapadas, insuficiente aire de combustión, cargas muy espaciadas, capacidad nominal de vapor sobrepasada en un alto %, etc.

Este sistema tiene la ventaja que la llama es muy observable (muy luminosa), cuidando que el largo de llama no llegue a más de la mitad de tubo del hogar (en caldera humo-tubulares) ó no penetre en el banco convectivo (caldera acuo-tubulares), es muy difícil que se detecte CO a pesar de trabajar con excesos de aire mínimos (16% CO^2).

Quema a "Gasógeno", en este caso lo que se busca es la producción de Monóxido de Carbono (CO) en el gasógeno, el problema es poder quemarlo totalmente en el hogar de la caldera .

En este sistema la llama es muy difícil de monitorear, por lo que se hace imprescindible la medición del CO en los gases en forma más permanente. Lo afectan la humedad de la leña, la relación y excesos de aire primario y secundario, la carga de la caldera (cuando se llega al valor de la carga nominal la cámara de combustión no alcanza para quemar el CO totalmente si no se extreman los cuidados de control), la temperatura del hogar de la caldera (en cargas muy bajas, en los momentos de parada y arrancadas el hogar se enfría siendo dificultosa la quema de CO totalmente).

EFICIENCIA EN CALDERAS O SU COMPARACIÓN

Para poder juzgar el comportamiento de una caldera o compararla con otra caldera, debemos hacerlo teniendo en cuenta que el comportamiento de la misma varía con la carga (% de vaporización), presión y temperatura del vapor, temperatura del agua de alimentación (ya que estos tres últimos elementos definen la cantidad de calor necesaria por cada Kg.. de vapor generado, así como también intervienen en la temperatura final de los gases de chimenea), la humedad de la leña factor que más afecta la generación en condiciones normales (que debe ser dada en la misma base - generalmente base húmeda).

Así una manera muy práctica y segura es la de dar los **Kgs. de vapor generado por 1 Kg.. de leña**, con todos los demás elementos nombrados iguales . Si hemos de medir el agua, debemos de descontar el % de purgas o que las purgas sean iguales. Las medidas deben de ser promedios de 24 horas como mínimo (Con caldera ya en promedio al empezar y terminar).

Podemos transformar este vapor relacionado a los Kg.. en Eficiencia referidas al los poderes caloríficos, dividiendo el calor total del vapor (menos el calor del agua de alimentación) por el Poder Calorífico correspondiente que multiplicado por 100 nos da el % de Eficiencia referida al poder calorífico tomado (Superior o inferior).

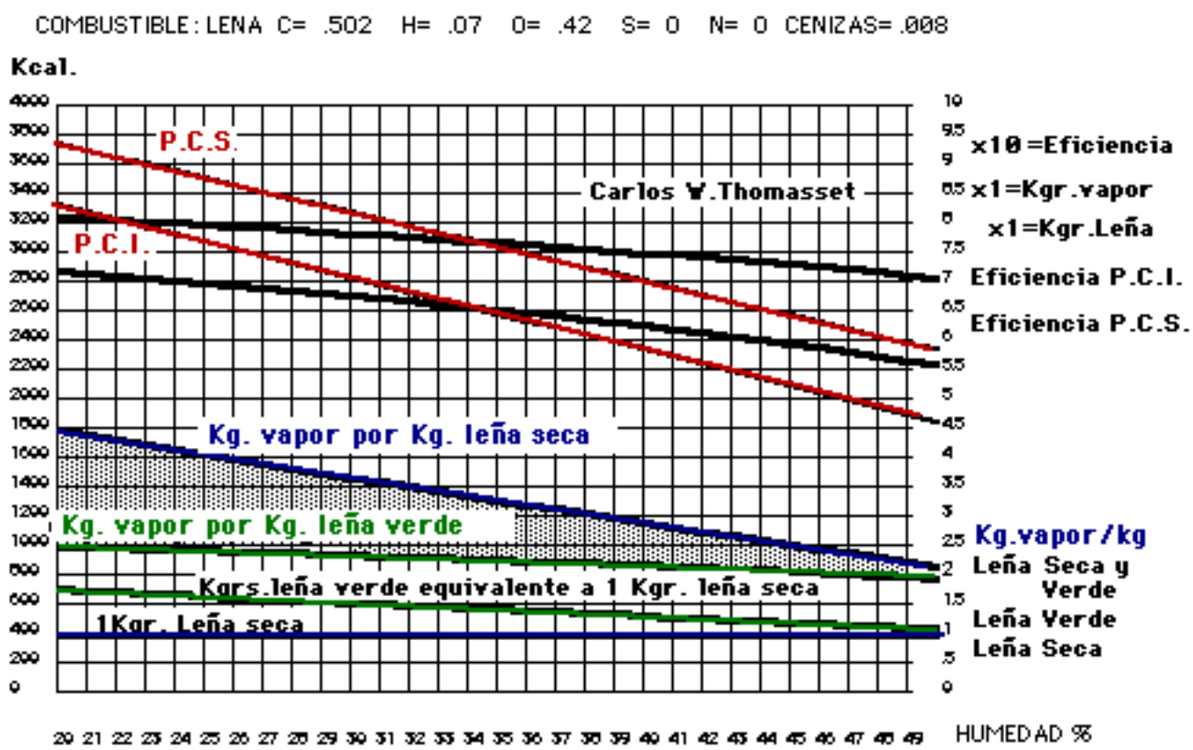
Por ejemplo : una caldera quemando rollos **con 25% de humedad da 4,4 Kg.. de vapor por Kg.. de leña,** pero esa misma caldera con leña **de 38% de humedad solamente dará 3.09 Kg.. de vapor por Kg.. de leña .** Esto se debe no solo al calor disminuido por el % de agua, al que hay que evaporar y calentar, sino a que es necesario un exceso mayor de aire para su combustión por la probable pérdida por Monóxido de Carbono (CO) ya que su presencia juega un rol dramático en aumentar la pérdida .

En caso que este **método directo** no sea factible, **la medición se hace por método indirecto,** midiendo la pérdida en los gases de chimenea y estimando las de caldera en sí (pérdidas del cuerpo de la caldera al ambiente de la sala) , la suma de estos divido por los

correspondientes poderes caloríficos por 100 y restando de 100 nos da el % de Eficiencia correspondiente a cada poder calorífico .

La Eficiencia ideal es la referida al P.C.I. (Poder calorífico inferior), ya que la misma **varía menos con el efecto de la humedad** - pero siempre debemos comparar Eficiencia al P.C.I. entre sí.

La medición **Eficiencia al P.C.S.** (Poder calofíco superior), **tiene el inconveniente que para comparar estados de calderas o calderas entre sí, en que a humedades distintas, la variación de Eficiencia P.C.S. es mucho más notorio que al P.C.I., por lo que la Eficiencia al P.C.S. son ideales para comparar el comportamiento de los combustibles .**



RESUMEN:

El buen negocio de quemar leña, porque es más barata, a veces no están buen negocio sino se hacen las cosas bien.

Carlos W. Thomasset
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL:

Evaluación de Calderas

Medición de gases de chimenea

Análisis de agua de caldera

Limpiezas químicas de calderas

Tratamientos internos de calderas

Diseño de intercambiadores iónicos y filtros

Equipos relacionados a calderas

Diseño para vapor y condensado

Recuperación de energía